

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representation of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

## **IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY**

**As rescanning documents *will not* correct images, please do not report the images to the Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

© EPODOC / EPO

PN - JP2177583 A 19900710  
PD - 1990-07-10  
PR - JP19880333693 19881228  
OPD - 1988-12-28  
TI - SEMICONDUCTOR LASER DEVICE  
IN - MATSUMOTO AKIHIRO HOSOBANE HIROYUKI MATSUI  
KANEKI  
PA - SHARP KK  
IC - H01S3/043 ; H01S3/18  
FT - 5F072/AB13 ; 5F072/AK10 ; 5F072/JJ04 ; 5F072/JJ05 ;  
5F072/TT30 ; 5F072/YY20  
- 5F073/AA18 ; 5F073/AA61 ; 5F073/AA89 ; 5F073/AB04 ;  
5F073/CA05 ; 5F073/EA24 ; 5F073/FA14 ; 5F073/FA16 ;  
5F073/FA22

© WPI / DERWENT

TI - Semiconductor laser device - has connection of heat sinks  
respectively to front and rear surfaces of laser element  
NoAbstract Dwg 1/4  
PR - JP19880333693 19881228  
PN - JP2177583 A 19900710 DW199033 000pp  
PA - (SHAF ) SHARP KK  
IC - H01S3/18  
OPD - 1988-12-28  
AN - 1990-251821 [33]

© PAJ / JPO

PN - JP2177583 A 19900710  
PD - 1990-07-10  
AP - JP19880333693 19881228  
IN - MATSUMOTO AKIHIRO; others02  
PA - SHARP CORP  
TI - SEMICONDUCTOR LASER DEVICE  
AB - PURPOSE: To prevent an element of this design from rising in  
temperature and deteriorating in characteristics even if it operates  
at a high output power by a method wherein a heat sink is

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

provided to one surface of a semiconductor laser element to whose other surface another heat sink has been provided.

- CONSTITUTION: A semiconductor laser element A is provided with a heat sink 10 fitted to its surface and another heat sink 21 attached to its other surface. Heat released from the active layer and its vicinity of the semiconductor laser element A is absorbed by both the heat sink 10 attached to a growth layer side and the heat sink 21 fitted to a substrate side. Furthermore, heat generated due to a substrate resistance is absorbed by the heat sink 21. By this setup, the semiconductor laser element A is reduced in temperature rise and improved in output characteristic, and can be made to operate at a high output power.

I - H01S3/18 ;H01S3/043

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平2-177583

⑬ Int. Cl.<sup>5</sup>

H 01 S 3/18  
3/043

識別記号

庁内整理番号

7377-5F

⑬ 公開 平成2年(1990)7月10日

7630-5F

H 01 S 3/04

S

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全4頁)

⑭ 発明の名称 半導体レーザ装置

⑮ 特 願 昭63-333693

⑯ 出 願 昭63(1988)12月28日

⑰ 発 明 者 松 本 晃 広 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シャープ株式会社内

⑰ 発 明 者 細 羽 弘 之 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シャープ株式会社内

⑰ 発 明 者 松 井 完 益 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シャープ株式会社内

⑱ 出 願 人 シャープ株式会社 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

⑲ 代 理 人 弁理士 山本 秀策

明 細 書

1. 発明の名称

半導体レーザ装置

2. 特許請求の範囲

1. ヒートシンクと、一方の表面が該ヒートシンクに取り付けられた半導体レーザ素子と、該半導体レーザ素子の他方の表面に取り付けられた他のヒートシンクとを備えた半導体レーザ装置。

2. 前記半導体レーザ素子の他方の表面に凹所が形成されており、前記他のヒートシンクが該凹所に適合した凸部を有している請求項1に記載の半導体レーザ装置。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は半導体レーザ装置に関し、特に高出力動作が可能な半導体レーザ装置に関する。

(従来の技術)

半導体レーザ素子を100mW以上の高出力で動作させるために、複数本のレーザ発振ストライプを並べたレーザアレイや、レーザ発振領域のス

トライブ幅を広げたブロードエリアレーザの研究が盛んに行われている。このような高出力半導体レーザ素子は、YAGレーザ等の固体レーザの励起光源として使用されたり、非線形光学材料から第2高調波を発生させるための光源として使用されている。本発明者等は高出力半導体レーザ素子の一例として第3図に示すように複数のVSI S (V-channelled Substrate Inner Stripe)レーザを同一基板上に並置したレーザ素子を報告している(J. Appl. Phys. 58(7), 1 October 1985)。

この高出力半導体レーザ素子は次のようにして製造される。まず、p-GaAs基板1上にn-Al<sub>0.1</sub>Ga<sub>0.9</sub>As電流狭窄層2を液相エピタキシャル法により成長させる。電流狭窄層2の表面から基板1に達する複数の溝3の列をフォトリソグラフィと化学エッチングによって形成する。液相エピタキシャル法によって、p-Al<sub>0.1</sub>Ga<sub>0.9</sub>Asクラッド層4を成長させ、溝3の列を平坦に埋め込み、その上にp-Al<sub>0.1</sub>Ga<sub>0.9</sub>As活性層5、n-Al<sub>0.1</sub>Ga<sub>0.9</sub>As

sクラッド層6及びn-GaAsキャップ層7を成長させる。p-GaAs基板1の表面にp側電極8を、n-GaAsキャップ層7の表面にn側電極9を設ける。劈開によって互いに平行な1対の反射面を形成し、半導体レーザ素子A(共振器長250 $\mu$ m)を得る。

このようにして形成された半導体レーザ素子Aの動作を説明する。p側電極8とn側電極9との間に電圧を印加すると溝3の列から活性層5に電流が注入され、レーザ発振が生じる。このように、複数列の溝3によって活性層5に対する電流注入が行われるので、活性層5を伝搬する導波光は溝3の列に対応して広がって分布し、活性層5に於ける光密度が低減されている。また、各溝3に対応する導波光が互いに一定の位相関係で同期発振するので、高出力まで安定したレーザ発振が得られる。

このような半導体レーザ素子Aでは、通常の単一ストライプレーザに比べて注入電流がかなり多いために、連続動作させると発生する熱量が多く

また、注入電流が多い場合には、レーザ素子の抵抗に起因するジュール熱が問題になる。上述のレーザ素子Aに於いて幅4 $\mu$ mの溝3を5 $\mu$ mの周期で10本形成した場合(即ち、10本の発振ストライプを構成する場合)の、注入電流に対する光出力、無効電力、及び注入電力(光出力と無効電力との和)の変化の様子を第4図に示す。無効電力の内の素子抵抗によるジュール熱の注入電流に対する変化も第4図に示されている。第4図から明らかなように、ジュール熱は電流の増大に対してその自乗の割合で急激に増大する。例えば、電流が0.7Aであれば、光出力が0.36W、無効電力が1.16Wであるのに対して、素子抵抗によるジュール熱は0.4Wにもなる。また、このような構成に於けるレーザ素子Aの最大光出力は0.7Wである。

(発明が解決しようとする課題)

素子抵抗としては、成長層側の抵抗だけではなく、基板の抵抗も考慮しなければならない。成長層の厚さに比べて基板は厚いので、基板の抵抗は

なり、高注入状態では光出力が飽和したり、高温動作が不可能になる。従って、例示の素子のような高出力レーザに於いては、注入電流によって発生した熱を効率よく放熱することが重要な課題である。

このため、従来に於いては、第3図に示すように、半導体レーザ素子Aを予め電極11が表面に形成されているCuヒートシンク10上にInハンダ材12によって熱融着することが行われている。第3図の半導体レーザ装置では、レーザ素子Aの活性層5に近い結晶成長表面をヒートシンク10に融着するジャンクションダウンマウント法が採用されている。この構成では、レーザ素子Aの活性層5及びその近傍で発生した非発光再結合による熱の内、ヒートシンク10側に流れたものはヒートシンク10に効率良く吸収され、放熱は良好に行われる。しかし、基板1側に流れた熱については、基板1の熱伝導率がヒートシンク10に比較して小さいため、放熱の効率は悪い。尚、図中の矢印は熱の流れを示している。

比較的大きなものになる。基板の抵抗に起因して基板側で生じた熱は、空気中へは放散し難い。従って、その熱によって、レーザ素子の活性層及びその近傍の温度が上昇し、レーザ素子の特性が悪化する。

本発明は、半導体レーザ素子で発生した熱を効率よく放熱させることができ、従ってレーザ素子を高出力で動作させても素子の温度上昇が小さく、特性の悪化を防止することのできる半導体レーザ装置を提供することを目的とする。

(課題を解決するための手段)

本発明の半導体レーザ装置は、ヒートシンクと、一方の表面が該ヒートシンクに取り付けられた半導体レーザ素子と、該半導体レーザ素子の他方の表面に取り付けられた他のヒートシンクとを備えており、そのことにより上記目的が達成される。

また、本発明の半導体レーザ装置は、前記半導体レーザ素子の他方の表面に凹所が形成されており、前記他のヒートシンクが該凹所に適合した凸部を有している構成とすることもできる。



## (作用)

本発明の半導体レーザ装置に於いては、半導体レーザ素子の活性層及びその近傍で発生した熱は、成長層側に取り付けられた一方のヒートシンクと基板側に取り付けられた他方のヒートシンクとの両方によって吸収される。更に、基板抵抗に基づいて発生した熱は該他方のヒートシンクによって吸収される。従って、半導体レーザ素子の温度上昇が低減され、出力特性が改善され、高出力動作が可能となる。

## (実施例)

本発明を実施例について以下に説明する。

第1図に本発明の一実施例を示す。本実施例は、前述の第3図に示す従来例と同様の構造の半導体レーザ素子Aを用いている。本実施例の作製手順を説明する。先ず、半導体レーザ素子Aを前述と同様の工程で作製した。ただし、基板1の厚さは化学エッチングによって $70\mu\text{m}$ とした。尚、溝3は従来例と同じく $5\mu\text{m}$ の周期で10本形成した。直方体状のCuヒートシンク21(幅 $500$

$\mu\text{m}$ ×奥行 $500\mu\text{m}$ ×高さ $200\mu\text{m}$ )の底面に電極22を形成し、この電極22と素子Aの基板側の電極8とをInハンダ材23を介して熱融着した。その後、素子Aの結晶成長層側の電極9とCuヒートシンク10の電極11とをInハンダ材12を介して熱融着して本実施例装置を得た。

本実施例に於いて、レーザ素子Aに電流を注入して最大光出力を測定したところ、 $1.0\text{W}$ であり、従来例に於ける $0.7\text{W}$ に比べて大きく向上したものであった。更に、高温雰囲気中( $50^\circ\text{C}$ )で光出力を $200\text{mW}$ として、前述の従来例と本実施例とに対して信頼性試験を行った。従来例に於ける素子は約300時間で発振を停止したのに対して、本実施例に於ける素子は約1000時間以上安定して発振した。

尚、基板1が薄い程、放熱効果が増大し、しかも基板で発生するジュール熱は減少するので、基板1の厚さは上述のように出来るだけ薄い方が好ましい。

第2図に本発明の他の実施例を示す。本実施例

では、レーザ素子Bの基板1には、レーザ発振方向に両出射端面間を沿伸する溝状の逆台形断面の凹所13(幅 $100\mu\text{m}$ ×深さ $40\mu\text{m}$ )を化学エッチングによって形成した。素子Bの基板側の電極8に熱融着されているヒートシンク24には、凹所13に対応した形状を有する、すなわち凹所13に嵌合する凸部25を設けた。従って、レーザ素子Bの電極8はヒートシンク24の電極22にInハンダ材23を介して全面的に熱融着した。本実施例では、レーザ素子Bのレーザストライプからヒートシンク24迄の距離は $30\mu\text{m}$ と短いので、半導体レーザ素子の活性領域で発生した熱はより効率良くヒートシンク24に吸収される。更に、活性領域近傍の基板1の厚さが小さくされているので、基板抵抗が減少し、それに応じて発熱も減少する。従って、第1図の実施例よりも高出力で動作可能である。本実施例では、レーザ素子Bの最大光出力は $1.2\text{W}$ であり、 $50^\circ\text{C}$ 、 $200\text{mW}$ に於ける信頼性試験では約2000時間以上安定して発振した。

凹所13はレーザ素子の出射端面近傍にのみ設けるようにすることもできる。或いは、凹所13は、基板1表面の中央領域のみに形成されたものであってもよい。これらの場合には、ヒートシンク24の凸部25の形状は該凹所の形状に適合したものとされるのは当然である。また、凹所13は基板1に形成したが、素子の成長層側に凹所を形成するようにしてもよい。この場合には、レーザ素子は第2図に示すレーザ素子の上下関係を逆にして配設される。

前述の各実施例の装置では、半導体レーザ素子としてはV S I S構造のレーザアレイを用いているが、他の導波構造のレーザアレイを用いることもできる。また、単一発振ストライプを有するレーザ素子を用いてもよい。

## (発明の効果)

本発明の半導体レーザ装置は、このように、半導体レーザ素子で発生した熱を効率よく放熱させることができる。従って、半導体レーザ素子の温度上昇が小さく、レーザ素子の特性の悪化を防止

することができ、高出力で動作させることができる。

#### 4. 図面の簡単な説明

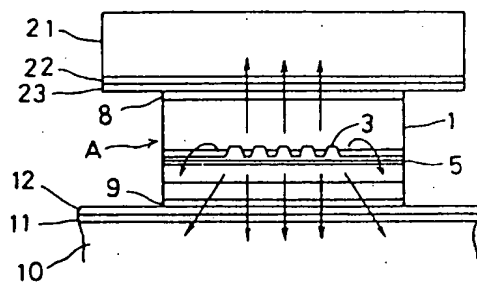
第1図は本発明の一実施例を示す断面図、第2図は本発明の他の実施例を示す断面図、第3図は従来例の断面図、第4図はその従来例の出力特性を示すグラフである。

A、B…半導体レーザ素子、10、21、24…ヒートシンク、13…凹所、25…凸部。

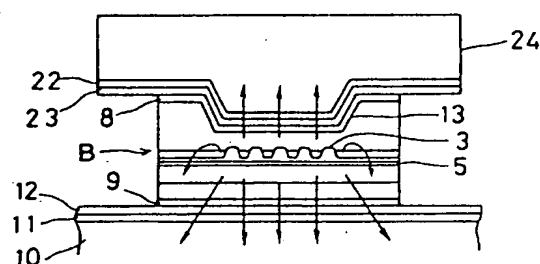
以上

出願人 シャープ株式会社  
代理人 弁理士 山本秀策

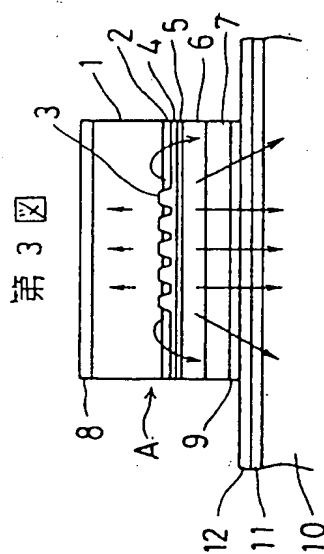
第1図



第2図



第3図



第4図

